



(19)

(11) Publication number:

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 09300499

(51) Intl. Cl.: G01S 13/36 G01S 13/44

(22) Application date: 31.10.97

(30) Priority:

(43) Date of application
publication: 21.05.99(84) Designated
contracting states:

(71) Applicant: TOYOTA MOTOR COF

(72) Inventor: YAMADA YUKINORI

(74) Representative:

(54) RADAR DEVICE

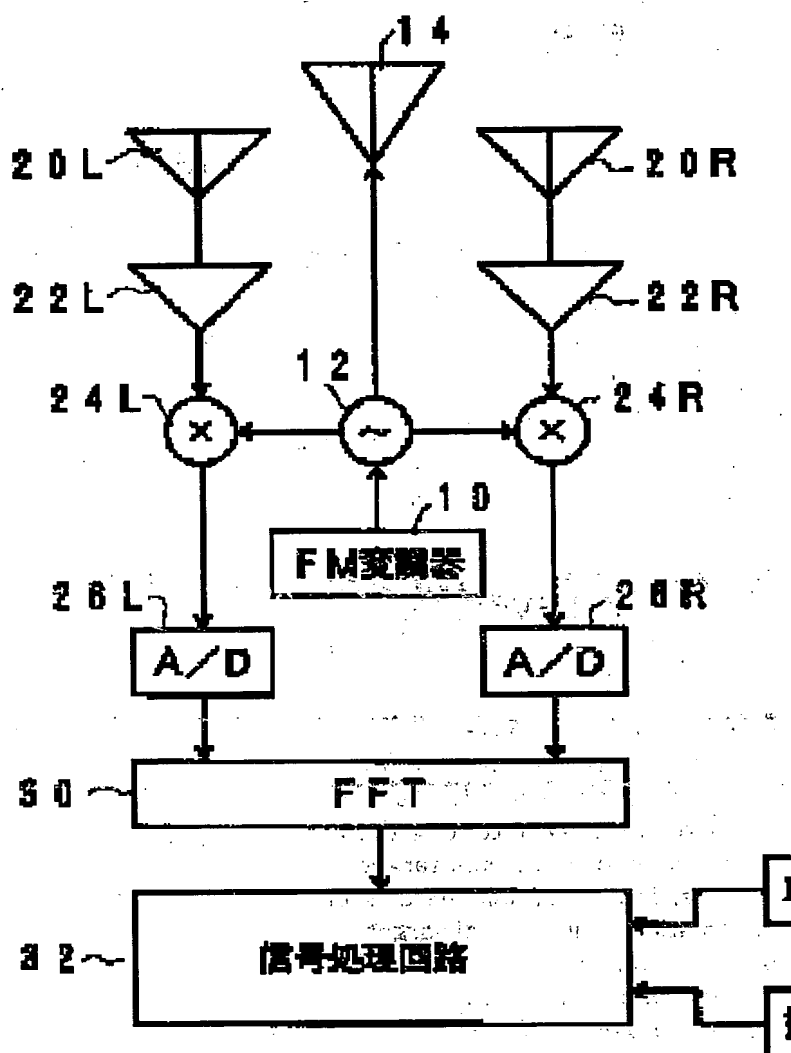
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To identify multiple target objects having nearly equal distance and relative speed by detecting the peak frequencies of individual target objects, and detecting the existence information of individual target objects from the peak frequencies and the phase difference corresponding to them.

SOLUTION: A triangular-wave modulation signal is generated by an FM modulator 10, an oscillator 12 is oscillated at the oscillation frequency corresponding to the modulation signal, and the transmission signal is transmitted from a transmission antenna 14. The reflected wave from a target object is received by reception antennas 20L, 20R, and reception signals are sent to mixers 24L, 24R. A part of the oscillation signal is mixed with the reception signals to generate beat signals by the mixers 24L, 24R, and the beat signals are sent to a fast Fourier transformer(FFT) 30. The power spectra and phase

spectra of two beat signals in the frequency increase zone and frequency decrease zone of the transmission signal are obtained by the FFT 30 and are sent to a signal processing circuit 32. The existence information of individual target objects is detected from the peak frequencies and corresponding phase difference of the individual target objects by the signal processing circuit 32, and multiple target objects can be identified.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



資料①

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-133143

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月21日

(51) Int. Cl. ⁶

G01S 13/36

13/44

識別記号

F I

G01S 13/36

13/44

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全9頁)

(21) 出願番号 特願平9-300499

(22) 出願日 平成9年(1997)10月31日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 山田 幸則

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

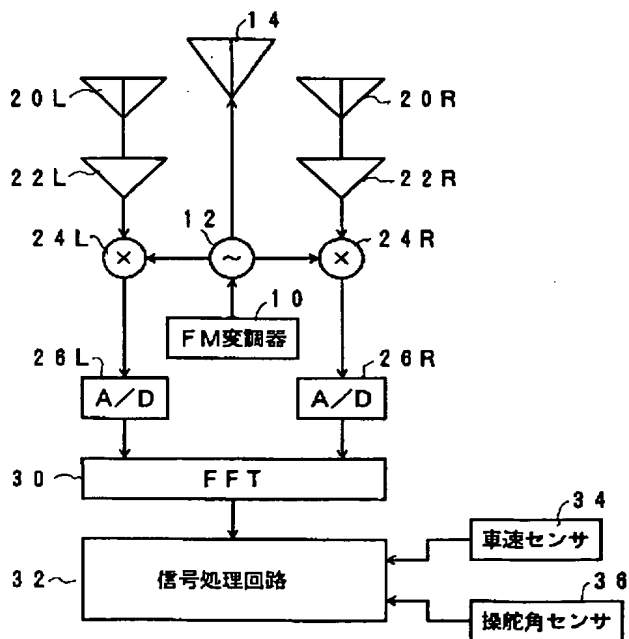
(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦

(54) 【発明の名称】 レーダ装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、振幅の周波数分布の検出された周波数範囲と前記位相差の変化周波数とに基づき個々の目標物体のピーク周波数を検出し、それに対応する位相差とから個々の目標物体の存在情報を検出することにより、距離及び相対速度のほぼ等しい複数の目標物体を識別することができるレーダ装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 位相差の周波数分布から位相差の変化周波数を検出する位相差変化周波数検出手段と、振幅の周波数分布の検出された周波数範囲と前記位相差の変化周波数とに基づき個々の目標物体のピーク周波数を検出するピーク周波数検出手段と、個々の目標物体のピーク周波数とそれに対応する位相差とから個々の目標物体の存在情報を検出する存在情報検出手段とにより、距離及び相対速度のほぼ等しい複数の目標物体を識別することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信アンテナから FM 変調された信号を送信し、目標物体で反射された信号を複数の受信アンテナで受信するレーダ装置であって、前記送信信号と受信信号とのビート信号の振幅の周波数分布を検出するパワースペクトラム検出手段と、前記複数の受信信号の位相差の周波数分布を検出する位相差スペクトラム検出手段と、前記位相差の周波数分布から位相差の変化周波数を検出する位相差変化周波数検出手段と、前記振幅の周波数分布の検出された周波数範囲と前記位相差の変化周波数とに基づき個々の目標物体のピーク周波数を検出するピーク周波数検出手段と、前記個々の目標物体のピーク周波数とそれに対応する位相差とから個々の目標物体の存在情報を検出する存在情報検出手段とを有することを特徴とするレーダ装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載のレーダ装置において、前記存在情報検出手段は、存在情報として個々の目標物体の距離と相対速度と方向を検出することを特徴とするレーダ装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載のレーダ装置において、前記ピーク周波数検出手段で振幅の周波数分布の検出された周波数範囲から検出された目標物体のピーク周波数が 1 つの場合、今回検出された目標物体の位相差と、以前に前記周波数範囲から検出された複数の目標物体の位相差とを比較する比較手段と、前記比較の結果に基づいて複数の目標物体の在否を判定する在否判定手段とを有することを特徴とするレーダ装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載のレーダ装置において、前記在否判定手段は、以前に前記周波数範囲から検出された複数の目標物体のうち今回検出された目標物体と位相差のほぼ等しい目標物体を、今回検出された目標物体とみなすことを特徴とするレーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明はレーダ装置に関し、複数のアンテナで受信した信号に基づいて目標物体を検出するレーダ装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】従来より、アンテナからレーダビームを送信し、目標物体で反射されたレーダビームを複数のアンテナで受信し、複数の受信信号に基づいて目標物体までの距離を検出するレーダ装置がある。例えば特開昭 5 7 - 1 4 2 5 7 5 号公報には、マイクロ波を送信する送信アンテナと、目標物体で反射されたマイクロ波を受信する複数の受信アンテナを幾何学的に配置し、複数の受信アンテナの受信信号の位相差から目標物体までの距離を測定する位相モノパルス型レーダ装置が記載されてい

る。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】従来の位相モノパルス型レーダ装置では、距離、相対速度がほぼ等しい複数の目標物体が別々の角度方向に存在するときには、この複数の目標物体それぞれで生じる受信信号の位相差が合成されてしまい、個々の目標物体を識別できないという問題があった。

【 0 0 0 4 】本発明は、上記の点に鑑みなされたもの

10 で、振幅の周波数分布の検出された周波数範囲と前記位相差の変化周波数とに基づき個々の目標物体のピーク周波数を検出し、それに対応する位相差とから個々の目標物体の存在情報を検出することにより、距離及び相対速度のほぼ等しい複数の目標物体を識別することができるレーダ装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の発明は、送信アンテナから FM 変調された信号を送信し、目標物体で反射された信号を複数の受信アンテナで受信するレーダ装置であって、前記送信信号と受信信号とのビート信号の振幅の周波数分布を検出するパワースペクトラム検出手段と、前記複数の受信信号の位相差の周波数分布を検出する位相差スペクトラム検出手段と、前記位相差の周波数分布から位相差の変化周波数を検出する位相差変化周波数検出手段と、前記振幅の周波数分布の検出された周波数範囲と前記位相差の変化周波数とに基づき個々の目標物体のピーク周波数を検出するピーク周波数検出手段と、前記個々の目標物体のピーク周波数とそれに対応する位相差とから個々の目標物体の存在情報を検出する存在情報検出手段とを有する。

30 【 0 0 0 6 】このように、振幅の周波数分布の検出された周波数範囲で位相差が変化する場合、複数の目標物体の振幅の周波数分布が合成されたものであるから、個々の目標物体のピーク周波数を検出してそれに対応する位相差とから個々の目標物体の存在情報を検出することで、距離及び相対速度のほぼ等しい複数の目標物体を識別することができる。

【 0 0 0 7 】請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載のレーダ装置において、前記存在情報検出手段は、存在情報として個々の目標物体の距離と相対速度と方向を検出する。このようにして、複数の目標物体それぞれの距離と相対速度と方向とを検出することができる。

40 【 0 0 0 8 】請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 記載のレーダ装置において、前記ピーク周波数検出手段で振幅の周波数分布の検出された周波数範囲から検出された目標物体のピーク周波数が 1 つの場合、今回検出された目標物体の位相差と、以前に前記周波数範囲から検出された複数の目標物体の位相差とを比較する比較手段と、前記比較の結果に基づいて複数の目標物体の在否を判定する在否判定手段とを有する。

50

【0009】このように、今回検出された目標物体の位相差を以前に前記周波数範囲から検出された複数の目標物体の位相差とを比較することにより、複数の目標物体の距離と相対速度が同一になった場合にも、複数の目標物体の在否を判定することができる。請求項4に記載の発明は、請求項3記載のレーダ装置において、前記在否判定手段は、以前に前記周波数範囲から検出された複数の目標物体のうち今回検出された目標物体と位相差のほぼ等しい目標物体を、今回検出された目標物体とみなす。

【0010】このため、以前に検出された複数の目標物体のうち今回検出された目標物体と位相差のほぼ等しい目標物体以外が離脱したものとして、今回検出された目標物体を特定できる。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は本発明のレーダ装置の第1実施例のブロック図を示す。同図中、FM変調器10は三角波の変調信号を発生して発信器12に供給する。発信器12はこの変調信号に応じた発振周波数で発振を行い、これにより得られたFM-CW（周波数変調連続波）のミリ波又はマイクロ波の送信信号が送信アンテナ14から送信される。なお、このレーダ装置は例えば車両に取り付けられており、この発振信号は例えば車両前方の目標物体に向けて放射される。

【0012】送信アンテナ14の両側には所定距離dだけ離間して受信アンテナ20L、20Rが配設されており、目標物体からの反射波は受信アンテナ20L、20Rそれぞれで受信される。受信アンテナ20L、20Rそれぞれの受信信号は増幅器22L、22Rそれぞれで増幅されてミキサ24L、24Rそれぞれに供給される。ミキサ24L、24Rそれぞれには、発信器12の発振信号の一部が方向性結合器を介して供給されており、それぞれの受信信号と発振信号との混合によりビート信号が生成される。これらのビート信号はADコンバータ26L、26Rそれぞれでデジタル化された後、FFT（高速フーリエ変換器）30に供給される。

【0013】FFT30では高速フーリエ変換によって送信信号の周波数増加区間における2つのビート信号（ADコンバータ26L、26R出力）それぞれの振幅の周波数スペクトラムであるパワースペクトラム及び2つのビート信号それぞれの位相の周波数スペクトラムである位相スペクトラム、送信信号の周波数減少区間における2つのビート信号それぞれのパワースペクトラム及び2つのビート信号それぞれの位相スペクトラムそれぞれを得て、信号処理回路32に供給する。

【0014】また、信号処理回路32には車速センサ34で検出した車速信号、及び操舵角センサ36で検出した操舵角信号が供給されている。信号処理回路32は例えばマイクロプロセッサで構成されている。図2は信号処理回路32が実行する処理の第1実施例のフローチャ

ートを示す。この処理は所定時間間隔で繰り返し実行される。同図中、ステップS10ではFFT30から送信信号の周波数増加区間における2つのビート信号の振幅の周波数スペクトラムであるパワースペクトラム及び2つのビート信号の位相スペクトラム、送信信号の周波数減少区間における2つのビート信号のパワースペクトラム及び2つのビート信号の位相スペクトラムそれぞれを読み込む。

【0015】次にステップS20で送信信号の周波数増加区間における2つのビート信号（ADコンバータ26L、26R出力）の位相差スペクトラム、送信信号の周波数減少区間における2つのビート信号の位相差スペクトラムを算出する。次のステップS30では送信信号の周波数増加区間、及び周波数減少区間それぞれにおける2つのビート信号のうちいずれか一方（例えばADコンバータ26L）のパワースペクトラムにおいて、1つのピークに対して2つの位相差安定点が存在するか否かを判別する。

【0016】ここで、図3に示すように2つの目標物体40、41が方向は異なるものの、同程度の距離で、同程度の相対速度であるときについて考える。このとき、目標物体40から受信アンテナ20L、20Rそれぞれまでの距離は受信アンテナ20Rの方がL₁だけ長くなり、位相差 ϕ_1 （ $\phi_1 = L_1 \cdot 2\pi/\lambda$ 但し λ はレーダビームの波長）が生じる。また、目標物体41から受信アンテナ20L、20Rそれぞれまでの距離は受信アンテナ20Lの方がL₂だけ長くなり、位相差 ϕ_2 （ $\phi_2 = L_2 \cdot 2\pi/\lambda$ 但し λ はレーダビームの波長）が生じる。

【0017】このような場合、送信信号の周波数増加区間、及び周波数減少区間それぞれにおけるビート信号のパワースペクトラムは図4（A）に示すように、2つの目標物体からの反射スペクトラムが合成されて1つのピークになり、また、ビート信号の位相差（ADコンバータ26Lのビート信号の位相からADコンバータ26Lのビート信号の位相を減算する場合）は図4（B）に示すように位相差 $-\phi_1$ 、 ϕ_2 それぞれに安定点を持つ。図2のステップS30では上記のように2つの目標物体40、41が方向は異なるものの、同程度の距離で、同程度の相対速度であるかどうかを判定している。

【0018】ステップS30を満足する場合には、ステップS40に進んでターゲット分離処理を行う。ここでは、図4（A）に示すパワーが立ち上がる位置の周波数 f_1 、 f_2 、及び図4（B）に示す位相が変化を開始する位置の周波数 f_0 、 f_3 から破線Iで示す目標物体40からの反射パワースペクトラムのピーク周波数 f_1 と、破線IIで示す目標物体41からの反射パワースペクトラムのピーク周波数 f_2 とを求める。

【0019】

5

$$f_A = (f_1 + f_3) / 2$$

$$f_B = (f_0 + f_2) / 2$$

また、単一目標物体の反射パワースペクトラムの典型的なスペクトラム分布を $g(f)$ とすると、破線Iで示す目標物体40からの反射パワースペクトラムは $P_A \cdot g(f - f_A)$ と表され、破線IIで示す目標物体41からの反射パワースペクトラムは $P_B \cdot g(f - f_B)$ と表

$$h(f) = P_A \cdot g(f - f_A) + P_B \cdot g(f - f_B) \quad \dots (3)$$

周波数 $f_0 \sim f_3$ の間で任意の周波数 α, β を選択し、それぞれ (3) 式に代入して、 P_A, P_B について解くと、次式が得られる。

$$P_A = \frac{h(f_\alpha) \cdot g(f_\beta - f_B) - h(f_\beta) \cdot g(f_\alpha - f_B)}{g(f_\alpha - f_A) \cdot g(f_\beta - f_B) - g(f_\beta - f_A) \cdot g(f_\alpha - f_B)} \quad \dots (4)$$

$$P_B = \frac{h(f_\alpha) \cdot g(f_\beta - f_A) - h(f_\beta) \cdot g(f_\alpha - f_A)}{g(f_\alpha - f_B) \cdot g(f_\beta - f_A) - g(f_\beta - f_B) \cdot g(f_\alpha - f_A)} \quad \dots (5)$$

【0022】このようにして、破線Iで示す目標物体40からの反射パワースペクトラムの情報としてピーク周波数 f_A 、位相差 ϕ_A 、ピーク値 P_A と、破線IIで示す目標物体41からの反射パワースペクトラムの情報としてピーク周波数 f_B 、位相差 ϕ_B 、ピーク値 P_B とを求めることができる。図2のステップS40の実行後、又はステップS30を不満足の場合ステップS50に進む。ステップS50では送信信号の周波数増加区間と周波数減少区間での各目標物体毎のピーク周波数のペア

$$FD = (F_{D0} - F_{DF}) / 2$$

$$FR = (F_{D0} + F_{DF}) / 2$$

$$FD = 2 \cdot V / C \cdot F_0$$

$$FR = 4 \cdot F_A \cdot dF / C \cdot R$$

【0024】

【数2】

$$\theta = \sin^{-1} \left(\frac{\lambda \cdot d\phi}{2\pi \cdot d} \right) \quad \dots (10)$$

【0025】但し、 C は光速、 F_0 はFM-CWの中心周波数、 F_A はFM-CWの変調周波数、 dF は周波数変移幅、 λ はレーダビームの波長、 d は受信アンテナ20L、20R間の距離、 $d\phi$ は2つの受信信号間の位相差である。この後、ステップS60で、車速センサ34で検出した車速信号及び操舵角センサ36で検出した操舵角信号から走行中の道路の曲率半径を求め、この曲率半径と、各目標物体の距離 R と方向 θ から目標物体が自車両の走行レーンを走行しているかどうかの車線判定処理を行い、処理サイクルを終了する。

【0026】このように、振幅の周波数分布の検出された周波数範囲で位相差が変化する場合、複数の目標物体の振幅の周波数分布が合成されたものであるから、個々の目標物体のピーク周波数を検出してそれに対応する

6

... (1)

... (2)

される。 P_A, P_B は各反射パワースペクトラムのピーク値である。また、図4(A)に実線IIIで示す合成パワースペクトラムは各反射パワースペクトラムを重ね合わせたものであるから次のように表される。

【0020】

【0021】

【数1】

20 ングを行い、各ピーク周波数対から各目標物体の距離 R と相対速度 V を算出し、これと共に、各ピーク周波数対に対応する位相差から各目標物体の方向（レーダビーム放射方向に対する角度） θ を算出する。

【0023】ここでは、周波数増加区間のピーク周波数 F_{DF} と、周波数減少区間のピーク周波数 F_{D0} とから相対速度周波数 FD と距離周波数 FR を求め、次式を利用して距離 R と相対速度 V を同時に求め、かつ、方向 θ を求める。

... (6)

... (7)

... (8)

... (9)

位相差とから個々の目標物体の存在情報を検出することで、距離及び相対速度のほぼ等しい複数の目標物体を識別することができ、複数の目標物体それぞれの距離と相対速度と方向とを検出することができる。

【0027】図5は信号処理回路32が実行する処理の第2実施例のフローチャートを示す。この処理は所定時間間隔で繰り返し実行される。同図中、ステップS110ではFFT30から送信信号の周波数増加区間における2つのビート信号のパワースペクトラム及び2つのビート信号の位相の周波数スペクトラム、送信信号の周波数減少区間における2つのビート信号のパワースペクトラム及び2つのビート信号の位相の周波数スペクトラムそれぞれを読み込む。

【0028】次にステップS120で送信信号の周波数増加区間における2つのビート信号（ADコンバータ26L、26R出力）の位相差スペクトラム、送信信号の周波数減少区間における2つのビート信号の位相差スペクトラムを算出する。次のステップS130では送信信

号の周波数増加区間、及び周波数減少区間それぞれにおける2つのビート信号のうちいずれか一方（例えばADコンバータ26L）のパワースペクトラムにおいて、1つのピークに対して2つの位相差安定点が存在するか否かを判別する。

【0029】ここで、図3に示すように2つの目標物体40、41が方向は異なるものの、同程度の距離で、同程度の相対速度であるときについて考える。このとき、目標物体40から受信アンテナ20L、20Rそれぞれまでの距離は受信アンテナ20Rの方が L_1 だけ長くなり、位相差 ϕ_1 （ $\phi_1 = L_1 \cdot 2\pi/\lambda$ 但し λ はレーダビームの波長）が生じる。また、目標物体41から受信アンテナ20L、20Rそれぞれまでの距離は受信アンテナ20Lの方が L_2 だけ長くなり、位相差 ϕ_2 （ $\phi_2 = L_2 \cdot 2\pi/\lambda$ 但し λ はレーダビームの波長）が生じる。

【0030】このような場合、送信信号の周波数増加区間、及び周波数減少区間それぞれにおけるビート信号のパワースペクトラムは図4（A）に示すように、2つの目標物体からの反射スペクトラムが合成されて1つのピークになり、また、ビート信号の位相差（ADコンバータ26Rのビート信号の位相からADコンバータ26Lのビート信号の位相を減算する場合）は図4（B）に示すように位相差 $-\phi_1$ 、 ϕ_2 それぞれに安定点を持つ。ステップS130では上記のように2つの目標物体40、41が方向は異なるものの、同程度の距離で、同程度の相対速度であるかどうかを判定している。

【0031】ステップS130を満足する場合には、ステップS140に進んでターゲット分離処理を行ってステップS150に進む。ステップS140では、図4（A）に示すパワーが立ち上がる位置の周波数 f_1 、 f_2 、及び図4（B）に示す位相が変化を開始する位置の周波数 f_0 、 f_3 から破線Iで示す目標物体40からの反射パワースペクトラムのピーク周波数 f_1 と、破線IIで示す目標物体41からの反射パワースペクトラムのピーク周波数 f_2 とを（1）、（2）式で求める。

【0032】また、単一目標物体の反射パワースペクトラムの典型的なスペクトラム分布を $g(f)$ とすると、

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{P_A \cdot \sin(-\phi_A) + P_B \cdot \sin \phi_B}{P_A \cdot \cos(-\phi_A) + P_B \cdot \cos \phi_B} \right) \dots (11)$$

$$A_{MP} = \sqrt{P_A^2 + P_B^2 + 2P_A \cdot P_B \cdot \cos(\phi_B - (-\phi_A))} \dots (12)$$

【0037】つまり、今回処理サイクルの位相差及びピーク値が前回処理サイクルの合成位相差 ϕ 及び合成ピーク値 A_{MP} それぞれとほぼ同一である場合は、2つの目標物体が存在するためステップS133に進み、前回処理サイクルの位相差 $-\phi_1$ 、 ϕ_2 で2つの目標物体を分離してステップS150に進む。一方、今回処理サイクル

破線Iで示す目標物体40からの反射パワースペクトラムは $P_A \cdot g(f - f_1)$ と表され、破線IIで示す目標物体41からの反射パワースペクトラムは $P_B \cdot g(f - f_2)$ と表される。 P_A 、 P_B は各反射パワースペクトラムのピーク値である。また、図4（A）に実線IIIで示す合成パワースペクトラムは各反射パワースペクトラムを重ね合わせたものであるから（3）式で表される。

【0033】周波数 $f_0 \sim f_3$ の間で任意の周波数 α 、 β を選択し、それぞれ（3）式に代入して、 P_A 、 P_B について解くと、（4）、（5）式が得られる。このようにして、破線Iで示す目標物体40からの反射パワースペクトラムの情報としてピーク周波数 f_1 、位相差 $-\phi_1$ 、ピーク値 P_A と、破線IIで示す目標物体41からの反射パワースペクトラムの情報としてピーク周波数 f_2 、位相差 ϕ_2 、ピーク値 P_B とを求めることができる。

【0034】一方、ステップS130を不満足の場合はステップS131に進み、前回の処理サイクルにおいてステップS140のターゲット分離処理で目標物体のピーク周波数 f_1 、 f_2 の分離が行われたかどうかを判別する。これは複数の目標物体が突然同一距離、同一相対速度の状態となることは希で、その前に距離又は相対速度が多少とも異なるために、前回の処理サイクルを判別している。前回の処理サイクルで目標物体分離が行われている場合は、ステップS132で今回処理サイクルの位相差及びピーク値が前回処理サイクルの合成位相差及び合成ピーク値それぞれとほぼ同一であるか否かを判別する。

【0035】例えば目標物体40からの反射パワースペクトラムの情報である位相差 $-\phi_1$ 、ピーク値 P_A 、目標物体41からの反射パワースペクトラムの情報である位相差 ϕ_2 、ピーク値 P_B それぞれをベクトル表示すると、図6のように表される。この2つの反射パワースペクトラムの合成スペクトラムの位相差 ϕ 、ピーク値 A_{MP} は（11）、（12）式で表される。

【0036】

【数3】

の位相差又はピーク値が前回処理サイクルの合成位相差 ϕ 又は合成ピーク値 A_{MP} とほぼ同一で無い場合は、ステップS134で今回処理サイクルの位相差及びピーク値が前回処理サイクルの位相差 $-\phi_1$ 及びピーク値 P_A それぞれとほぼ同一であるか否かを判別し、これを満足すれば目標物体41が高速道路のランプウェイ等で脇に逸

れ目標物体 4 0 のみが残ったとしてステップ S 1 3 5 で今回処理サイクルの位相差及びピーク値を目標物体 4 0 に対応づけ、ステップ S 1 5 0 に進む。

【0038】また、ステップ S 1 3 4 で今回処理サイクルの位相差又はピーク値が前回処理サイクルの位相差 ϕ 、又はピーク値 P_1 とほぼ同一で無い場合は、ステップ S 1 3 6 で今回処理サイクルの位相差及びピーク値が前回処理サイクルの位相差 ϕ 、及びピーク値 P_1 、それぞれとほぼ同一であるか否かを判別し、これを満足すれば目標物体 4 0 が高速道路のランプウェイ等で脇に逸れ目標物体 4 1 のみが残ったとしてステップ S 1 3 7 で今回処理サイクルの位相差及びピーク値を目標物体 4 1 に対応づけ、ステップ S 1 5 0 に進む。ステップ S 1 3 6 で今回処理サイクルの位相差又はピーク値が前回処理サイクルの位相差 ϕ 、又はピーク値 P_1 とほぼ同一で無い場合は、そのままステップ S 1 5 0 に進む。

【0039】ステップ S 1 5 0 では送信信号の周波数増加区間と周波数減少区間での各目標物体毎のピーク周波数のペアリングを行い、各ピーク周波数対から各目標物体の距離 R と相対速度 V を算出し、これと共に、各ピーク周波数対に対応する位相差から各目標物体の方向（レーダビーム放射方向に対する角度） θ を算出する。ここでは、周波数増加区間のピーク周波数 F_{up} と、周波数減少区間のピーク周波数 F_{down} とから相対速度周波数 F_D と距離周波数 F_R を求め、(6) ~ (10) 式を利用して距離 R と相対速度 V を同時に求め、かつ、方向 θ を求める。

【0040】この後、ステップ S 1 6 0 で、車速センサ 3 4 で検出した車速信号及び操舵角センサ 3 6 で検出した操舵角信号から走行中の道路の曲率半径を求め、この曲率半径と、各目標物体の距離 R と方向 θ から目標物体が自車両の走行レーンを走行しているかどうかの車線判定処理を行い、処理を終了する。このように、今回検出された目標物体の位相差を以前に前記周波数範囲から検出された複数の目標物体の位相差とを比較することにより、複数の目標物体の距離と相対速度が同一になった場合にも、複数の目標物体の在否を判定することができ、また、以前に検出された複数の目標物体のうち今回検出された目標物体と位相差のほぼ等しい目標物体以外が離脱した場合にも今回検出された目標物体を特定できる。

【0041】なお、上記の F F T 3 0 及びステップ S 2 0、S 1 2 0 がパワースペクトラム検出手段と位相差スペクトラム検出手段に対応し、ステップ S 3 0、S 1 3 0 が位相差変化周波数検出手段に対応し、ステップ S 4 0、S 1 4 0 がピーク周波数検出手段に対応し、ステップ S 5 0、S 1 5 0 が存在情報検出手段に対応する。また、ステップ S 1 3 1 ~ S 1 3 7 が比較手段と在否判定手段に対応する。

【0042】

【発明の効果】 上述のように、請求項 1 に記載の発明

は、送信アンテナから F M 変調された信号を送信し、目標物体で反射された信号を複数の受信アンテナで受信するレーダ装置であって、前記送信信号と受信信号とのビート信号の振幅の周波数分布を検出するパワースペクトラム検出手段と、前記複数の受信信号の位相差の周波数分布を検出する位相差スペクトラム検出手段と、前記位相差の周波数分布から位相差の変化周波数を検出する位相差変化周波数検出手段と、前記振幅の周波数分布の検出された周波数範囲と前記位相差の変化周波数とに基づき個々の目標物体のピーク周波数を検出するピーク周波数検出手段と、前記個々の目標物体のピーク周波数とそれに対応する位相差とから個々の目標物体の存在情報を検出する存在情報検出手段とを有する。

【0043】このように、振幅の周波数分布の検出された周波数範囲で位相差が変化する場合は、複数の目標物体の振幅の周波数分布が合成されたものであるから、個々の目標物体のピーク周波数を検出してそれに対応する位相差とから個々の目標物体の存在情報を検出することで、距離及び相対速度のほぼ等しい複数の目標物体を識別することができる。

【0044】また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載のレーダ装置において、前記存在情報検出手段は、存在情報として個々の目標物体の距離と相対速度と方向を検出する。このようにして、複数の目標物体それぞれの距離と相対速度と方向とを検出することができる。

【0045】また、請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 に記載のレーダ装置において、前記ピーク周波数検出手段で振幅の周波数分布の検出された周波数範囲から検出された目標物体のピーク周波数が 1 つの場合、今回検出された目標物体の位相差と、以前に前記周波数範囲から検出された複数の目標物体の位相差とを比較する比較手段と、前記比較の結果に基づいて複数の目標物体の在否を判定する在否判定手段とを有する。

【0046】このように、今回検出された目標物体の位相差を以前に前記周波数範囲から検出された複数の目標物体の位相差とを比較することにより、複数の目標物体の距離と相対速度が同一になった場合にも、複数の目標物体の在否を判定することができる。また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 に記載のレーダ装置において、前記在否判定手段は、以前に前記周波数範囲から検出された複数の目標物体のうち今回検出された目標物体と位相差のほぼ等しい目標物体を、今回検出された目標物体とみなす。

【0047】このため、以前に検出された複数の目標物体のうち今回検出された目標物体と位相差のほぼ等しい目標物体以外が離脱したものとして、今回検出された目標物体を特定できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明のレーダ装置の第 1 実施例のブロック図

である。

【図 2】信号処理回路が実行する処理の第 1 実施例のフローチャートである。

【図 3】2つの目標物体が方向は異なるものの、同程度の距離で、同程度の相対速度であるときについて説明するための図である。

【図 4】2つの目標物体からの反射スペクトラムが合成された場合のビート信号のパワースペクトラム及び位相差スペクトラムを示す図である。

【図 5】信号処理回路が実行する処理の第 2 実施例のフローチャートである。

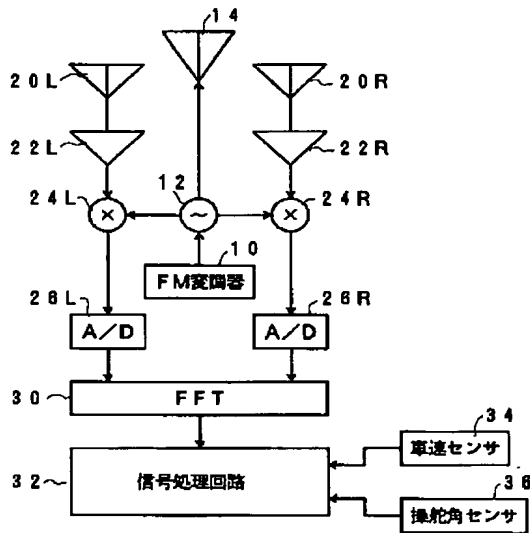
【図 6】2つの反射パワースペクトラムの合成を示す図

である。

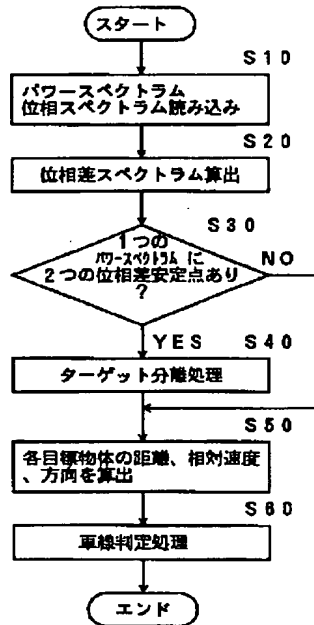
【符号の説明】

- 1 0 FM変調器
- 1 2 発信器
- 1 4 送信アンテナ
- 2 0 L, 2 0 R 受信アンテナ
- 2 4 L, 2 4 R ミキサ
- 2 6 L, 2 6 R ADコンバータ
- 3 0 FFT
- 3 2 信号処理回路
- 3 4 車速センサ
- 3 6 操舵角センサ

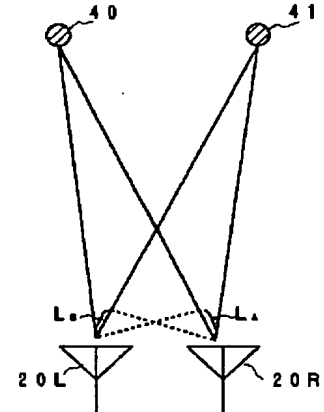
【図 1】



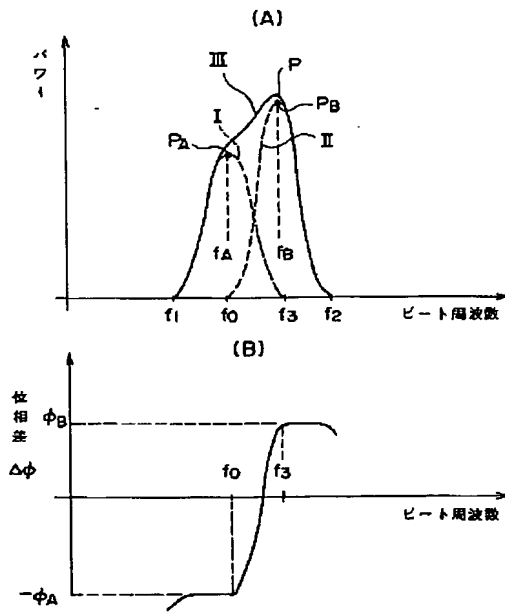
【図 2】



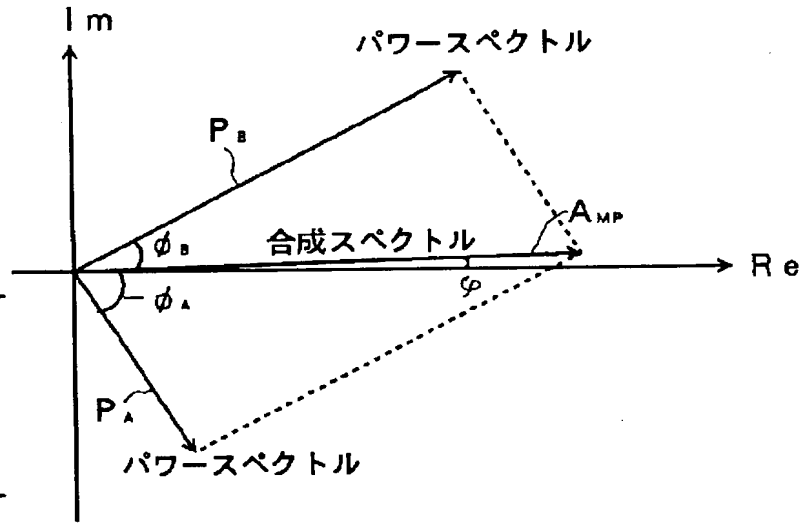
【図 3】



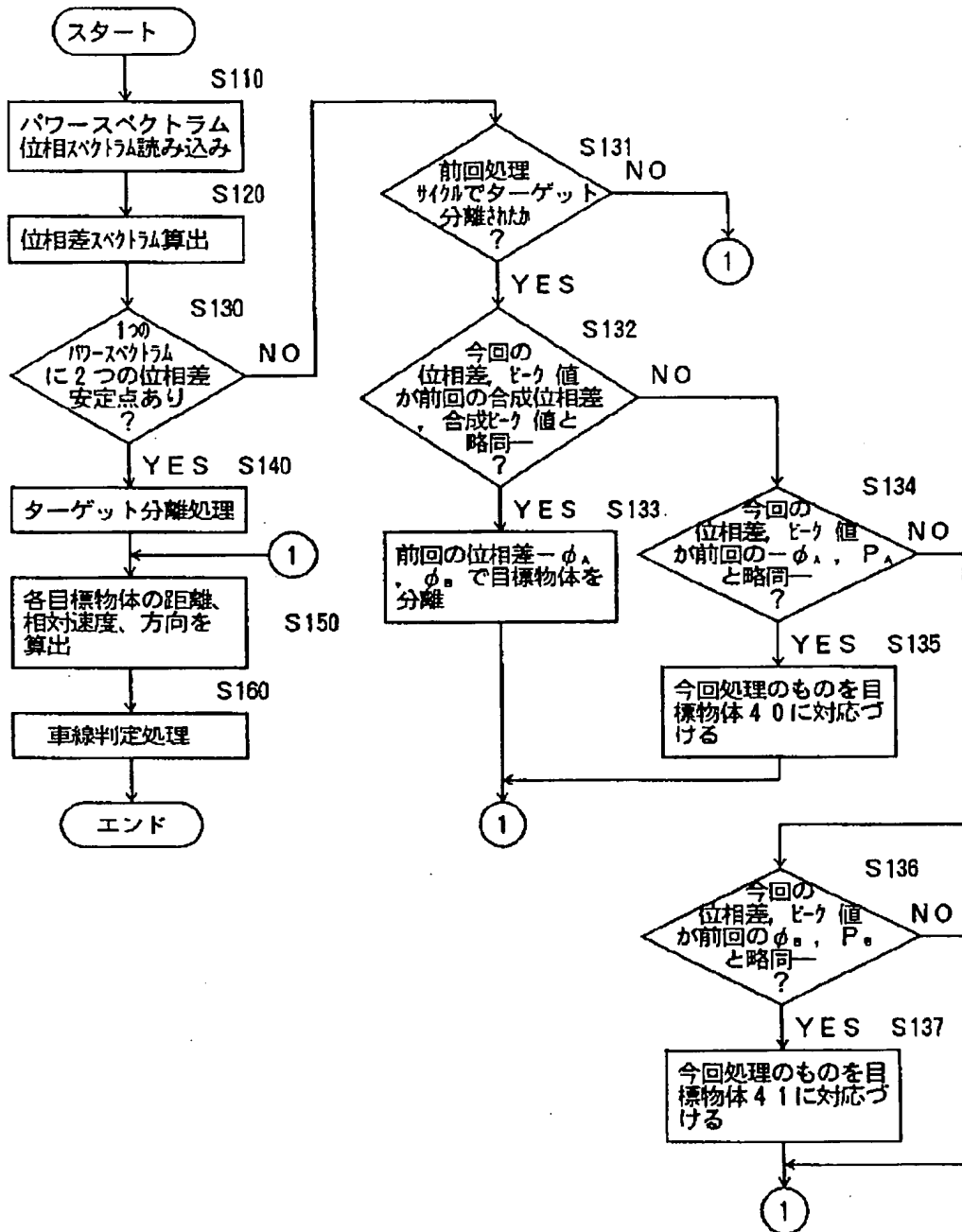
【図 4】



【図 6】



【図 5】



THIS PAGE BLANK (USPTO)